蝶と蛾 *Trans. lepid. Soc. Japan* **55** (3): 160–165, June 2004

冬期の放蝶温室におけるオオゴマダラの日周活動

瀬田和明・落合米子・寺口芳一

121-0064 足立区保木間2丁目17-1 足立区生物園

Daily activity pattern of *Idea leuconoe* (Erichson) (Lepidoptera, Danaidae) in the butterfly house in the winter season

Kazuaki SETA, Yoneko OCHIAI and Yoshikazu TERAGUCHI

Biopark of Adachi, Tokyo, 2-17-1 Hokima Adachi-ku, Tokyo, 121-0064 Japan

Abstract Daily activity patterns of *Idea leuconoe* (Erichson) were investigated in the butterfly house. Flower visiting activities of butterflies tended to be concentrated from 10: 00 to 15: 00. The pattern of chasing activities and flying activities showed a single peak from 11: 00 to 12: 00. Oviposition activities tended to be concentrated in the afternoon. The peak of oviposition activities was later than that of chasing and flying activities.

Key words *Idea leuconoe*, daily activity, butterfly house.

はじめに

オオゴマダラはタイからマレー半島, インドネシア, フィリピン, 台湾, そして琉球諸島に分布するマダラチョウの一種で, その大きさはマダラチョウの中で最大級である. 成虫の寿命が長く, 緩やかに飛翔するため各地の昆虫館で生態展示の中心的な存在になっている (三枝, 1994). 昆虫館では幼虫の飼育 (三枝, 1988; 久米, 1995; 石島, 1999) や, 放蝶温室内での観察 (森嶌・久米, 1993; 石島, 1996; 石島, 1997) をとおして様々な生態的知見が得られている. さらに1個体追跡法による研究も行なわれている (森嶌・久米, 1994; 久米・森嶌, 1995).

チョウやガの日周活動, 特に環境条件との関係はこれまでにも多くの報告があるが (Suzuki *et al*., 1985; Tsubuki and Takizawa, 1996; Hirowatari and Nagaike, 1998), これらの報告は野外でチョウやガの行動を調査したものである. 筆者らはこれまでに足立区生物園の放蝶温室を利用してマダラチョウの訪花活動について花の色に対する選好性や, 訪花活動と環境条件との関係について調査を行なってきた (瀬田・井上, 1999; 瀬田他, 1999*a*). しかしチョウの一日の活動には訪花活動だけでなく, 配偶や産卵などの活動もあるため, 日周活動について検討するためにはこれらの活動を総合的に調査することが必要だった. そこで今回はオオゴマダラの日周活動を訪花, 配偶, 産卵, 飛翔の各活動から調査を行なったのでその結果を報告する.

材料および方法

オオゴマダラは沖縄県石垣島で採集したメスから採卵し, 足立区生物園で累代飼育したものである. 調査当日の推定個体数は約120頭, 羽化後の推定日数は20日から60日と幅が広いが, 40日程度の個体が最も多かった. 調査場所となった足立区生物園の温室は東西約16 m, 南北約30 m, 高さ最大15 mの空間である. 温室内にはビロウ, ヘゴなどの熱帯植物が植栽され, 南西諸島の森林環境が再現されている. 温室内にはサンダンカ (*Ixora chinesis* Lank.) やベニデマリ (*Ixora coccinea* L.) などオオゴマダラが好んで吸蜜する植物が植えられており, 開花期にはたくさんのチョウが吸蜜に訪れる. 今回の調査ではサンダンカの花に吸蜜に来るオオゴマダラの個体数を調べることにより, 訪花活動の日周性を調査した. 配偶活動については, オスのチョウがメスのチョウを追いかける追尾飛翔を行なうことから, メスの標本を高さ約1.2 mの棒の先端に固定し, その標本に対してオスのチョウが接近, 接触す

る回数を数えた.産卵活動は温室内に持ち込んだ鉢植えのホウライカガミ (*Parsonsia laevigata* Alston) に産卵される卵の数を数えた.訪花活動,配偶活動,産卵活動とも30分ごとに集計した.飛翔活動については毎時0分と30分に温室内ほぼ全体が見渡せる2階の場所から飛翔中の個体数を数えることによりその時間の飛翔個体数とした.

調査は1999年1月23日の8時30分から17時まで行なった.温室内の環境条件として照度,気温,輻射温度 (温度計のアルコール部分を黒いビニールテープで覆ったものを日向に置く) を30分間隔で測定した.照度測定には共立電気計器の光電池照度計model 5200を使用した.

結 果

環境条件

観察開始時 (8: 30) の気温,輻射温度はそれぞれ13.5°C, 16.0°Cとかなり低い状態にあったが,朝から正午にかけて晴れていたため,午前中は時間の経過とともに照度,気温,輻射温度とも上昇し,11時30分にピークに達した.午後は時々雲が広がったため照度は急激に下降したが,午後は温室内という環境条件のため気温と輻射温度は急激な低下は起こらず,夕方にかけて緩やかに下降した (Fig. 1).

訪花活動

オオゴマダラの訪花活動は9時過ぎから始まり,午前中は時間の経過とともに活発になっていった.11時過ぎに一時的に訪花回数が減少した時間帯があったものの,30分当たり30回前後の安定した訪花活動が15時頃まで続いた.その後訪花個体数はゆるやかに減少し,16時以後は3回の訪花があったのみで16時30分以後の訪花はまったく認められなかった.この日は325回の訪花があったが,訪花個体数が狭い時間帯に集中することはなく,10時30分から15時にかけて幅の広い単峰型の活動パターンを示した (Fig. 2).

配偶活動

配偶活動も9時頃から少しずつ始まったが,活動個体数が多くなるのは11時を過ぎてからで,11時30分から12時の間にピークに達した.12時を過ぎると活動は次第に不活発となり,13時から13時30分の活動回数はピーク時の1/4まで減少した.この日は301回の配偶活動が認められたが,その多くは11時から13時までの時間帯に集中していた.この2時間に記録された配偶活動は205回に達し,この日の配偶活動の68%を占めていた.16時過ぎにもう一度小さなピークが認められたが,全体としては11時から13時にかけてピークを持つ単峰型の活動パターンを示した (Fig. 3).

産卵活動

産卵活動は9時過ぎから始まり,午前中徐々に産卵数は増加していったが,それほど多くなかった.産卵数が多くなったのは12時を過ぎてからであり,15時頃まで活発な産卵が続いた.15時を過ぎると産卵数は減少に転じ,16時から16時30分までの産卵回数はわずか3回となり,16時30分以後の産卵活動は1回もなかった.この日は午前中102回,午後331回,合計433回の産卵活動が認められたが,活発な産卵活動は午後に偏っていた (Fig. 3).

飛翔活動

飛翔活動も9時過ぎから始まり,午前中時間の経過とともに飛翔個体数は増加し,12時にピークに達した.飛翔するオオゴマダラは,吸蜜や配偶のために低い位置に降りてくる個体だけでなく,メスを追尾しながら集団で1mから8m位の高さを飛翔する個体が多かった (lower flight).12時30分を過ぎると飛翔個体数は少なくなり,14時30分にはピーク時の1/6以下まで減少した.しかし,15時を過ぎると飛翔個体数は再び増加に転じた (Fig. 4).15時以降の飛翔活動は正午前後の飛翔活動と異なり,放蝶温室の天井付近を飛翔する (higher flight) 個体が多かった.これらのオオゴマダラは放蝶温室の天井付近に集まり,天井のガラスの縁に静止した.ガラスの縁に静止したオオゴマダラは翌日までその場所から動かなかった.
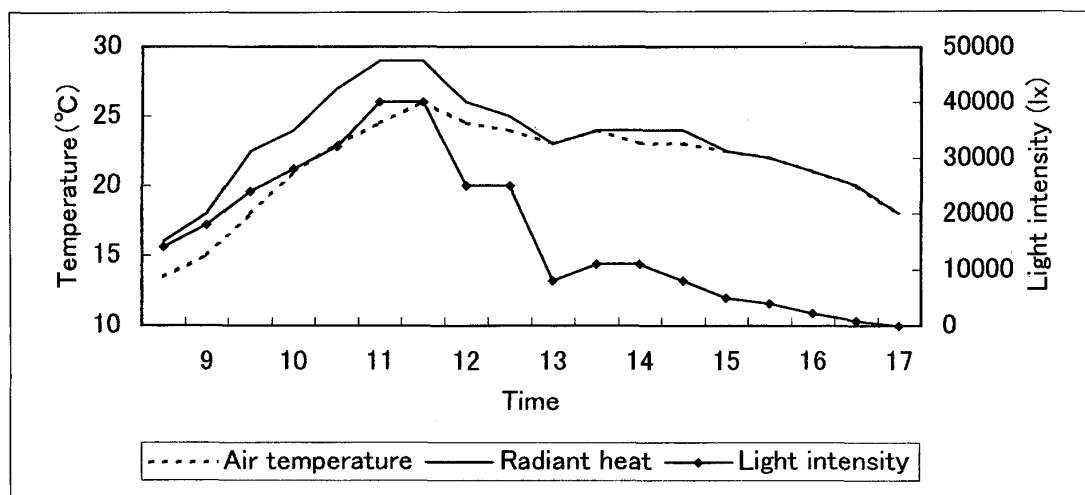
Fig. 1. Environmental factors in the butterfly house.

考　察

1999年1月23日のオオゴマダラの活動は訪花,配偶,産卵,飛翔とも9時過ぎから始まった.訪花活動が活発な時間帯は10時から15時頃までの幅広い時間帯におよび,短い時間に集中することはなかった.筆者らは1998年10月にオオゴマダラの訪花活動を調査しているが(瀬田他,1999*a*),晴天時の訪花活動は朝と夕方にピークを持つ双峰型の活動パターンを示した.これはモンシロチョウ(広瀬,1954)やモンキチョウ(Tsubuki and Takizawa, 1996)と同様,高い輻射温度により活動が抑制されるものとの考えたが,その際活動の抑制される輻射温度は30°C以上だった.変温動物であるチョウは,周辺環境を利用しながら体温を調節しているものとされており,一般的には30–40°Cという比較的狭い範囲で調節していることが知られている(大崎,1996).今回(1999年1月23日)の調査は冬期の放蝶温室ということもあり,輻射温度は最高でも29°Cにとどまっていた.オオゴマダラの訪花活動が双峰型とならなかったのは,輻射温度が活動を抑制するほど上昇しなかったためと考えられる.

配偶活動と飛翔活動は11時以降急速に活発化した.11時から12時にかけてピークに達し,12時を過ぎると低下した.活動は12時前後に集中し,はっきりした単峰型の活動パターンを示した.訪花活動の後に配偶活動と飛翔活動が活発化するわけだが,橿原市昆虫館でもオオゴマダラのオスはその日のエネルギー補給が終わると追尾飛翔を始めることが観察されている(久米・森嶌,1995).飛翔活動と配偶活動の活動パターンは類似しており,高い相関関係を示している(r=0.895).8時30分から15時頃までの飛翔活動では,1 mから8 m位の高さでメスを追尾して飛翔する個体が多かった.橿原市昆虫館では天気の良い午前中に数十頭のオオゴマダラが群がり乱舞する際,この群れの先頭はメスで,後ろはほとんどがオスになっていることが観察されている(森嶌・久米,1993).この追尾飛翔は配偶行動のひとつだが,今回の日周活動の調査では飛翔個体数として記録されたため,配偶活動と飛翔活動との間に高い相関関係を示したものと考えられる.配偶活動と飛翔活動が活発だった時間帯は照度,気温,輻射温度が高かった時間帯とほぼ一致しており,環境条件の影響を強く受けていると考えられる.同様の傾向はツマベニチョウの日周活動でも認められたが(瀬田他,1999*b*),ムモンアカシジミでは環境条件だけでなく,むしろ内因的なリズムによって支配されていることが示唆されている(鷲尾,1997).オオゴマダラの配偶活動と飛翔活動も内因的リズムによって支配されている可能性がないわけではなく,今後さらに研究を進めていく必要がある.

飛翔活動は15時を過ぎると再び活発化し,夕方もうひとつのピークを形成した.夕方の飛翔活動は日中の飛翔活動と異なり,天井直下(高さ約15 m)を上空飛翔(higher flight)した後,天井のガラスの縁に静止した.ガラスの縁に静止したオオゴマダラは翌日までその場から動かず,そこを睡眠場所として利用しているものと考えられる.足立区生物園でオオゴマダラの睡眠行動を調査した記録によると,飛翔活動終了前の上空飛翔はオオゴマダラが活動に適切な体温を維持するために,照度と輻射温度の高い天井付近に集まったのではないかと考察している(津吹・瀬田,2001).しかし,橿原市昆虫館の報告(森嶌・久米,1994;久米・森嶌,1995;森嶌,1995)では夕方にオオゴマダラが天井付近を
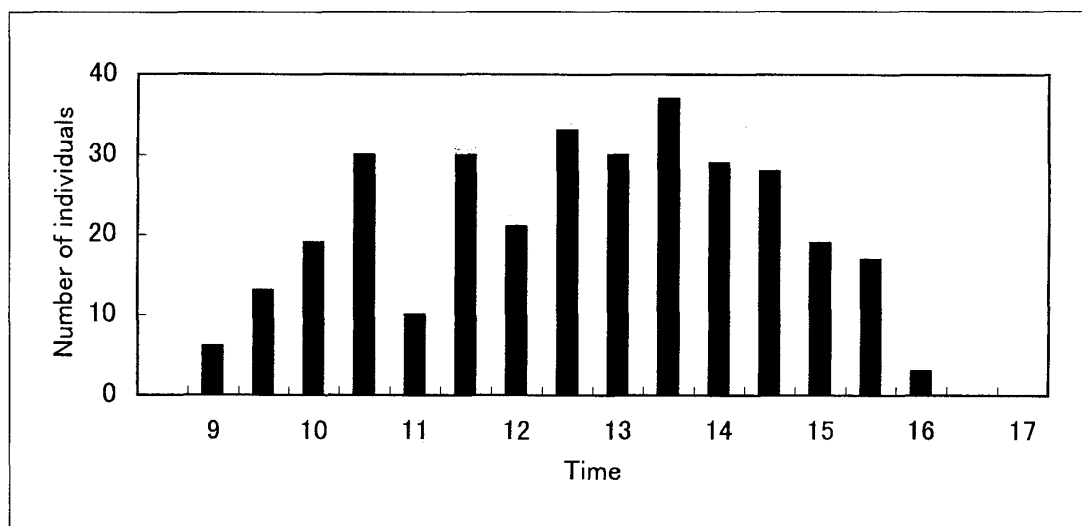
Fig. 2. Flower visiting activities of *Idea leuconoe*.
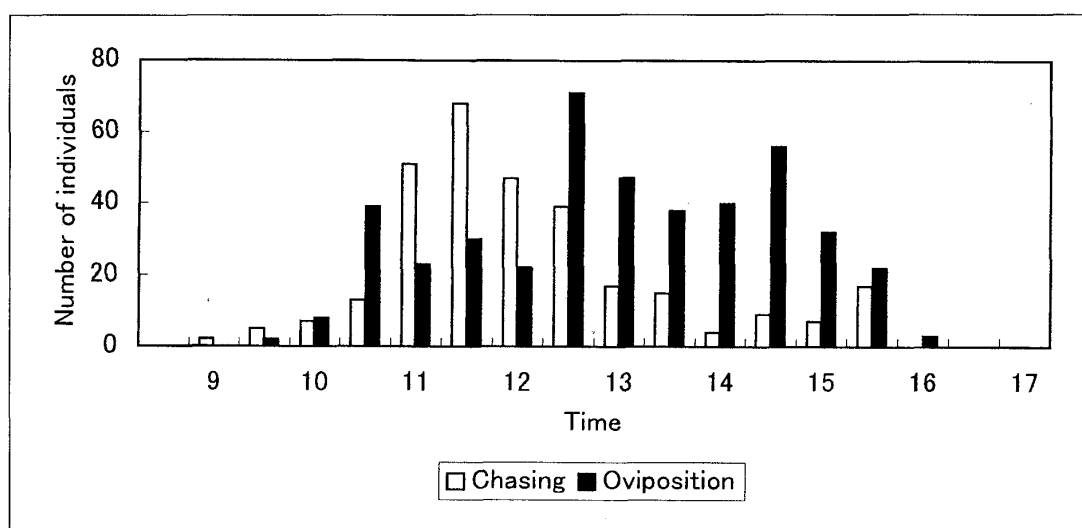
Fig. 3. Chasing activities and oviposition activities of *Idea leuconoe*.
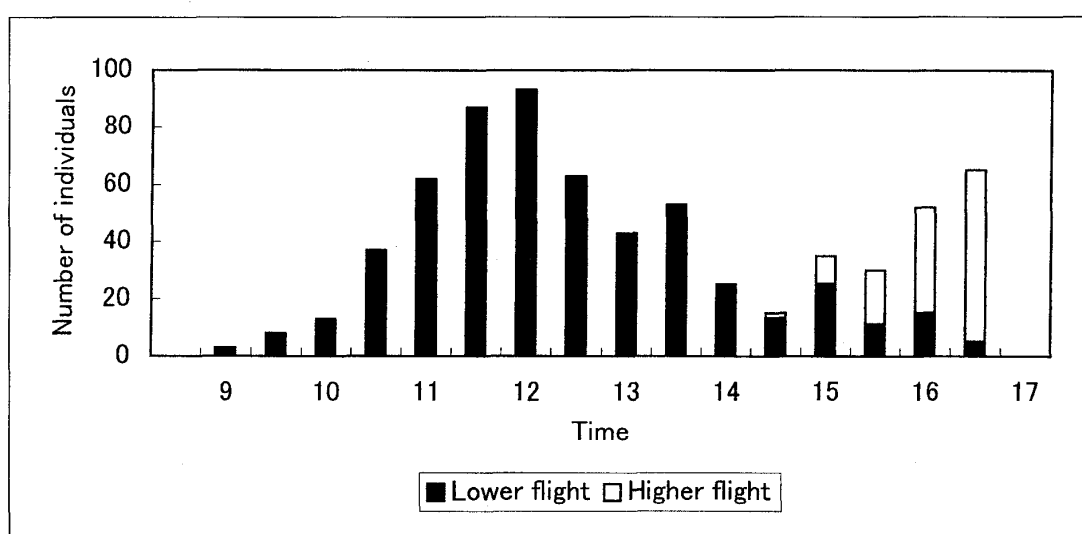
Fig. 4. Flying activities of *Idea leuconoe*.

飛翔する行動は記載されていないので，この行動は足立区生物園の放蝶温室に特有の行動なのかもしれない．

最後に産卵活動についてだが，産卵活動も9時過ぎから始まったものの，活発になるのは12時30分を過ぎてからだった．この時間帯は飛翔活動と配偶活動のピークを過ぎており，照度，気温，輻射温度とも下降に転じていた．活発な産卵活動は15時頃まで続き，15時を過ぎると産卵数は減少していった．橿原市昆虫館の記録では最も早い産卵は8: 14，最も遅い産卵は15: 29となっている（森嶌・久米，1994）．今回の調査では午前中の活動は不活発で，午後に活動のピークを持つ単峰型の活動パターンを示した．配偶活動と飛翔活動が午前中から正午前後に活動のピークを持つのとは対照的であり，配偶や飛翔活動が活発な時間帯を過ぎると産卵活動が活発になる傾向が認められる．環境条件との関係を見ると，オスの配偶活動が活発だった時間帯は照度，気温，輻射温度の高かった時間帯とほぼ一致しており，活動性は環境条件の影響を強く受けているものと考えられる．これに対してメスの産卵活動が活発だった時間帯は照度，気温，輻射熱とも下降に転じた後であり，環境条件よりも内因的なリズムによって支配されていることを示唆している．オオゴマダラについては，オスのヘアーペンシルに含まれるフェロモンや食草に含まれる産卵刺激物質などについても詳しく研究されており (Nishida *et al.*, 1996; Honda *et al.*, 1997)，これらの化学物質との関係にも興味が持たれる．

チョウの一日の活動を訪花，配偶，産卵まで含めて総合的に研究した例は少ないが，足立区生物園でツマベニチョウの日周活動調査でもオスの配偶活動とメスの産卵活動との間に同様の傾向が認められている（瀬田他，1999*b*）．また，高知県で黒いアゲハチョウの日周活動を研究した報告 (Suzuki *et al.*, 1985) では，オスの配偶活動は14時から16時に活動のピークを持ち，メスの産卵活動は16時以降に集中している．オオゴマダラの活動性とはオスの配偶活動のピークとなる時間帯がやや異なっているものの，オスの配偶活動のピークを過ぎた後に，メスの産卵活動が活発化するという傾向が一致していることは興味深い．一方，ガの一種であるヒロオビヒゲナガは日没前後に群飛と配偶活動が行われ，メスの産卵はそれ以前の時間帯に行われることが報告されている (Hirowatari and Nagaike, 1998)．オオゴマダラとは逆になっているが，飛翔・配偶活動と産卵活動のピークに時間的なずれがあることは共通している．今後，各種のチョウやガについて飛翔活動や訪花活動だけでなく，配偶活動や産卵活動まで含めた総合的な日周活動の研究を進めることができれば，各種のチョウに共通する基本的な活動パターンを少しずつ明らかにできるのではないかと思われる．

謝　辞

チョウの日周活動の研究を行なうにあたり，十文字中学・高等学校の津吹　卓博士には行動観察の捉え方について指導していただいた．橿原市昆虫館の木村史明博士には昆虫館での行動観察に関わる文献を送っていただいた．足立区生物園の方々にはチョウの飼育と食草の栽培に多大なる協力をいただいた．これらの方々に心からお礼申し上げる．

引用文献

広瀬欽一, 1954. モンシロチョウの日周活動と気象条件. 新昆虫 **7** (4): 33–39.
Hirowatari, T. and T. Nagaike, 1998. Biological notes on *Nemophora paradisea* (Butler, 1881) (Lepidoptera, Adelidae). *Trans. lepid. Soc. Japan* **49**: 288–294.
Honda K., Nishida, N., Abe, F. and T. Yamauchi, 1997. Pyrrolizidine alkaloids mediate host-plant recognition by ovipositing females of an old world danaid butterfly, *Idea leuconoe*. *J. chem. Ecol.* **23**: 1703–1713.
石島明美, 1996. ムラサキカッコウアザミとマダラチョウ. インセクタリゥム **33** (11): 341.
————, 1997. 整髪料に集まるオオゴマダラ. インセクタリゥム **34** (5): 181.
————, 1999. 多摩動物公園昆虫園のマダラチョウたち. インセクタリゥム **36** (4): 104–107.
久米　智, 1995. チョウの一生とその飼育. *Gonta* **5** (3): 4.
久米　智・森嶌勇人, 1995. オオゴマダラの雄の生活. *Gonta* **5** (2): 2–3.
森嶌勇人, 1995. チョウの生活. *Gonta* **5** (3): 2–3.
森嶌勇人・久米智, 1993. オオゴマダラの配偶行動について. *Gonta* **3** (2): 4–5.
————, 1994. オオゴマダラの雌の生活. *Gonta* **4** (4): 4–5.
Nishida R., Schulz, S., Kim, C. S., Fukami, H., Kuwahara, Y., Honda, K. and N. Hayashi, 1996. Male sex pheromone of a giant danaine butterfly, *Idea leuconoe*. *J. chem. Ecol.* **22**: 949–972.

大崎直太, 1996. 熱帯雨林の蝶類の温度生態学. 田中蕃・有田豊 (編), 日本産蝶類の衰亡と保護. 第4集. やどりが (特別号): 91–100.
三枝博幸, 1988. オオゴマダラの飼育と食草栽培. インセクタリゥム **25** (6): 176–180.
————, 1994. 多摩動物公園におけるチョウの飼育. 昆虫と自然 **29** (9): 7–10.
瀬田和明・井上　尚, 1999. マダラチョウの訪花活動について (1) 温室内における花の色に対する選好性, 日周活動と環境条件. 蝶と蛾 **50**: 104–110.
瀬田和明・落合米子・寺口芳一, 1999*a*. マダラチョウの訪花活動について (2) 温室内におけるオオゴマダラ・スジグロカバマダラの日周活動と環境条件. 蝶と蛾 **50**: 235–242.
————, 1999*b*. 放蝶温室内でのツマベニチョウの日周活動について. 蝶と蛾 **50**: 281–289.
Suzuki, N., Niizuma, A., Yamashita, K., Watanabe, M., Nozato, K., Ishida, A., Kiritani, K. and S. Miyai, 1985. Studies on ecology and behavior of Japanese black swallowtail butterflies. 2. Daily activity patterns and thermoregulation in summer generation of *Papilio helenus nicconicolens* Butler and *P. protenor demetrius* Cramer (Lepidoptera: Papilionidae). *Jap. J. Ecol.* **35**: 21–30.
Tsubuki, T. and T. Takizawa, 1996. Flight activities of *Colias erate* (Lepidoptera, Pieridae) in high and low altitudes. *Trans. lepid. Soc. Japan* **47**: 17–28.
津吹卓・瀬田和明, 2001. 温室内におけるオオゴマダラの飛翔および睡眠に関する活動と環境条件. 蝶と蛾 **52**: 171–182.
鷲尾恭助, 1997. ムモンアカシジミの探雌飛翔活動の観察. 蝶と蛾 **48**: 141–152.

Summary

Daily activity patterns of *Idea leuconoe* and their relationship to environmental factors were investigated in the butterfly house in the Biopark of Adachi, Tokyo. The investigation took place on 23 January 1999.

Ixora chinesis flowers were the main food resource of *I. leuconoe* in the butterfly house. Flower visits by individuals and environmental factors were measured every 30 minutes. Flower visiting activity began after 9: 00. The number of individuals visiting flowers increased towards the afternoon. This is a period of increasing light intensity, atmospheric temperature and radiant heat. Activity continued to be lively until 15: 00. After 15: 00, visits by individuals to flowers decreased towards the evening. Flower visiting activities of *I. leuconoe* are depressed by high temperature in the daytime when radiant heat is over 30°C (Seta *et al.* 1999*a*, *b*), but the maximum radiant heat on 23 January was 29°C, and activity was stable in the daytime. It seems that radiant heat did not rise sufficiently to depress their activities. Environmental factors may be more important than the biological clock for flower visiting activities.

Chasing behavior and the number of flights by individuals were closely related. These activities increased rapidly after 11: 00, showing a unimodal peak from 11: 00 to 12: 00 and decreasing after 12: 00. The peak time coincided with highest light intensity, atmospheric temperature and radiant heat. It is suggested that these activities were affected by environmental factors. A secondary peak of flying activities occurred after 15: 00. *I. leuconoe* generally flew at a height of 1 to 8 m during the day, but on occasion they flew over 10 m high near the roof of the greenhouse.

Mature female butterflies lay their eggs on *Parsonsia laevigata* in the butterfly house. Oviposition activities were concentrated from 12: 30 to 15: 00 and they were less frequent in the morning. Chasing activities and oviposition activities showed a unimodal peak, but the peak of oviposition activites was later than chasing activities.

(Accepted February 21, 2004)

Published by the Lepidopterological Society of Japan,
5-20, Motoyokoyama 2, Hachioji, Tokyo, 192-0063 Japan